

## РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ЕЖЕДНЕВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматривается вопрос инновационного развития в автотранспортной отрасли — применение искусственного интеллекта в технической эксплуатации транспортных средств, в частности разработка экспертной системы технического обслуживания. Предложена общая модель экспертной системы ежедневного обслуживания, основанная на использовании технологической карты в проектировании процедурных правил базы знаний системы.

*Ключевые слова:* ежедневное обслуживание, технологическая карта, экспертная система, база знаний, процедурные правила.

## DEVELOPING EXPERT SYSTEM FOR DAILY MAINTENANCE OF VEHICLES

The article examines an issue of innovative development in the automobile field — integration of artificial intelligence into maintenance of vehicles using, in particular, an expert maintenance system suggested. A general model of the expert system of daily maintenance is proposed, which is based on a process chart utilized to formulate procedural rules for the knowledge base of the system.

*Keywords:* daily maintenance, process chart, expert system, knowledge base, procedural rules.

**Актуальность исследования** состоит в том, что применение искусственного интеллекта в автотранспортной отрасли соответствует приоритетным направлениям развития экономики страны и основным тенденциям совершенствования информационных технологий в настоящее время в мире. Проектирование систем искусственного интеллекта осуществляется системно, последовательно и поэтапно [1]. В технической эксплуатации транспортных средств техническое обслуживание (ТО), в сравнении с текущим ремонтом, характеризуется плановостью и периодичностью, большей организованностью и определенностью. Внедрение проекта экспертной системы (ЭС) в ТО может быть обосновано как первоочередное инновационное решение с точки зрения экономии ресурсов производства и простоты реализации нововведения.

**Цель исследования** — обосновать необходимость и принципиальную возможность разработки ЭС ТО транспортных средств. **Задачи работы:** 1) рассмотреть базовые элементы общей модели ЭС ежедневного обслуживания (ЕО) транспортных средств; 2) рассмотреть предложение технологической карты (ТК) ЕО, как источника знаний при формировании процедурных правил базы знаний ЭС.

Совершенствование конструкции и технологии производства автотранспортных средств, повышение требований к безопасности дорожного движения увеличивает сложность и ответственность процессов принятия решений исполнителей (водителей и механиков) технологических процессов ТО. В то же время отдельные категории исполнителей (например, водители с небольшим стажем управления автомобилем) не имеют достаточного объема навыков и умений проведения эффективной диагностики технического состояния транспортных средств. В этом случае интеллектуальная поддержка при проведении ТО становится необходимостью.

Экспертная система применительно к технической эксплуатации транспортных средств может быть определена как программно-аппаратный модуль, который помогает исполнителю технических воздействий решать сложные технические задачи на основе эвристических знаний экспертов в области ТО и ремонта. Анализ опыта применения ЭС в технической эксплуатации зарубежных стран показывает тенденцию к усилению роли искусственного интеллекта в этой области [2].

Применение оболочки ЭС может существенно упростить и удешевить процесс внедрения искус-

ственного интеллекта на производстве. Оболочка ЭС — это программно-аппаратный модуль, но без базы знаний в определенной области. Загрузка базы знаний в оболочку позволяет решать конкретные производственные задачи. Преимущество использования оболочки ЭС состоит в том, что она устраняет необходимость в компьютерном программировании и позволяет разработчику сосредоточиться только на знании предметной области [1, 3].

Ключевым фактором в работе ЭС является знание. В качестве основного источника знаний при формировании процедурных правил базы знаний ЭС может быть использована ТК ТО — база знаний, содержащая необходимую и достаточную информацию для воспроизведения технологического процесса ТО и реализации других функций (контроль и стандартизация технологического процесса, обучение и повышение квалификации производственного персонала и др.).

Наименее трудоемким и часто применяемым видом ТО является ЕО транспортных средств. Учитывая, что при проведении ЕО легкового автомобиля могут быть выделены основные процедуры технологического процесса (уборочно-мочные работы, осмотр вне салона, осмотр внутри салона и т. д.), приведем фрагмент процедурных правил типа «if-then» («если..., то») [4] базы знаний ЭС ЕО легкового автомобиля и соответствующие операции (действия) технологического процесса ЕО:

Правило № 1. Если закончена процедура № 1 «Уборочно-мочные работы», то перейти к процедуре № 2 «Осмотр вне салона», далее перейти к операции № 1.

Операция № 1: проверить комплектность элементов кузова (бамперы, капот, крылья, двери, боковые зеркала заднего вида, крышка багажника, внешние световые приборы, стекла кузова, стеклоочистители и стеклоомыватели, государственные регистрационные знаки) и колес.

Правило № 2. Если выполнена операция № 1, то перейти к операции № 2. Проверить техническое состояние элементов кузова и колес, далее перейти к действию № 2.1.

Действие № 2.1: проверить техническое состояние элементов кузова: бамперов, капота, крыльев, дверей, боковых зеркал заднего вида, крышки багажника, внешних световых приборов, стекол кузова, стеклоочистителей и стеклоомывателей, государственных регистрационных знаков.

Правило № 3: если выполнено действие № 2.1, то перейти к действию № 2.2.

Действие № 2.2: проверить техническое состояние колес.

Правило № 4. Если выполнено действие № 2.2, то перейти к операции № 3.

Операция № 3: проверить на площадке под автомобилем отсутствие подтеков эксплуатационных жидкостей и масел.

Правило № 5. Если выполнена операция № 3, то перейти к процедуре № 3 «Осмотр внутри салона» и т. д.

Приведенный фрагмент базы знаний ЭС ЕО легкового автомобиля показывает: 1) существует однозначная связь между процедурами (операциями, действиями) ТК ЕО и процедурными правилами базы знаний ЭС ЕО; 2) возможно проектирование базы знаний ЭС ЕО на основе ТК ЕО, как источника знаний при формировании процедурных правил.

**Практическая значимость** исследования вопроса реализации ЭС ЕО состоит в разработке рабочего инструмента управления эффективностью ЕО транспортных средств и основ методического обеспечения применения ЭС в технической эксплуатации транспортных средств.

Таким образом, получены следующие **результаты и выводы исследования**:

1) рассмотрены базовые элементы общей модели ЭС ежедневного обслуживания транспортных средств: возможность применения оболочки ЭС, предложение ТК ЕО как источника знаний, процедурные правила базы знаний ЭС ЕО;

2) технологическая карта ЕО может быть использована как источник знаний для формирования процедурных правил базы знаний ЭС. Тем самым решается основная проблема инженерии знаний — извлечение знаний экспертов [4].

3) обоснована необходимость и принципиальная возможность разработки ЭС ТО транспортных средств на основе использования ТК ЕО и соответствующей оболочки ЭС.

Предполагается продолжение исследования одним из авторов статьи темы разработки экспертной системы ежедневного обслуживания (технического обслуживания) транспортных средств в рамках подготовки к защите магистерской диссертации по направлению 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», образовательной программе «Проектирование транспортно-технологических систем».

### **Список литературы**

1. *Рыбина Г. В.* Основы построения интеллектуальных систем : учебное пособие для вузов / Г. В. Рыбина. — Москва : Инфра-М, 2010. — 432 с. — ISBN 978-5-279-03412-3, 978-5-16-004033-2.
2. An Expert System for Automobile Repairs and Maintenance (2018) // ResearchGate. — URL: <https://www.researchgate.net/publication> (дата обращения: 15.10.2019).
3. Системы искусственного интеллекта. Практический курс : учебное пособие / под ред. И. Ф. Астаховой. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 292 с. (Адаптивные и интеллектуальные системы). — ISBN 978-5-94774-731-7.
4. *Гаврилова Т. А.* Базы знаний интеллектуальных систем : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — Санкт-Петербург : Питер, 2001. — 384 с.